

軸方向の断面図である。咽頭、脳がハッキリと撮られている。人と比べ、脳の容積を占める割合は非常に小さいことが分かる。図3は、山蟻の頭部の体軸に垂直方向の断面図である。当然予測されることだが、蟻も左脳、右脳を持っていることが分かる。また、脳の拡大図から脳神経細胞らしきものが見られる。蟻が0.3mmも満たない大きさの脳で、しかも数十万個という少ない数の脳神経細胞を用いて、高度な集団活動を行っているとは驚きである。

この手法を用い、イオンビームを当てる金属板の素材を変えることにより、様々な3次元X線画像を作ることができる。

図4は硫酸バリウム入りの食物を食べさせたショウジョウバエを、2つのX線(左は鉄(Fe)にイオンビームを当てて発生したK-X線(特性X線)、右はチタン(Ti)にイオンビームを当てて発生したK-X線)にて撮影したものである。左の画像では、バリウムを造影剤とした腸の形状を良く見ることが出来る。昆虫も哺乳類の

腸のような構造をしている。右の画像には、腸は見えないがマルピーギ管(排泄器官)が良く見える。詳しい説明は割愛するが、これは、鉄・チタンそれぞれの金属から発生するK-X線が、硫酸バリウムの場合には鉄のK-X線が吸収され、マルピーギ管に含まれるカリウム元素の場合はチタンのK-X線が吸収された結果である。

◆

同様の原理を用いると、福島の土壌中のセシウム汚染の解析にも役立つ。図5は、粘土粒子にセシウムを吸着させ、セシウムがどのよう吸着されているかを調べたものである。クロム(Cr)に当てたイオンビームから発生するK-X線の投影画像からバナジウム(V)に当てて発生したK-X線の投影画像を差し引いた画像は、セシウム元素だけを抽出した画像となる。図5は、粘土粒子の表面にセシウム元素が吸着されていることを初めて可視化したものである。福島第一原子力発電所事故による放射性セシウム汚染では、土壌中の粘土

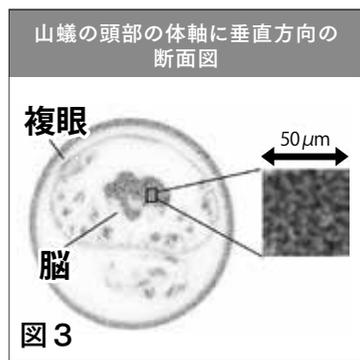


図3

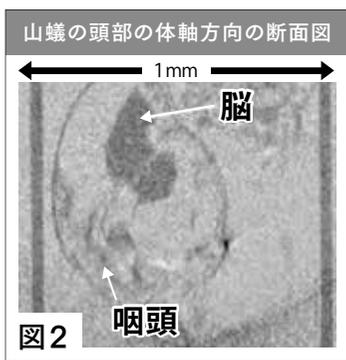


図2

粒子が放射性セシウムを表面に良く吸収し、さらに強く保持しているため、粘土粒子からの農作物への放射性セシウムの移行が抑制されていることが理解できた。

このようにPIXEは、元素分析だけではなく、1mm程度の物体の内部構造を調べるのにも利用でき、まだまだ様々な利用方法が期待される。

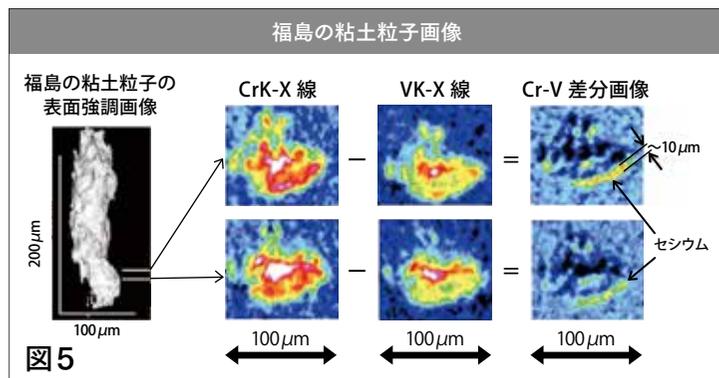


図5

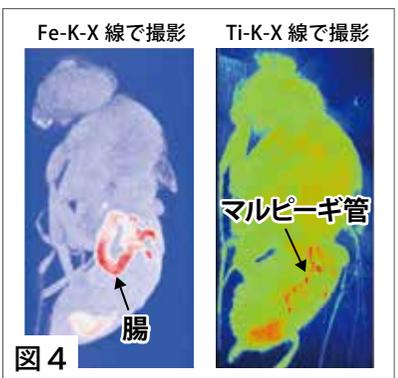


図4

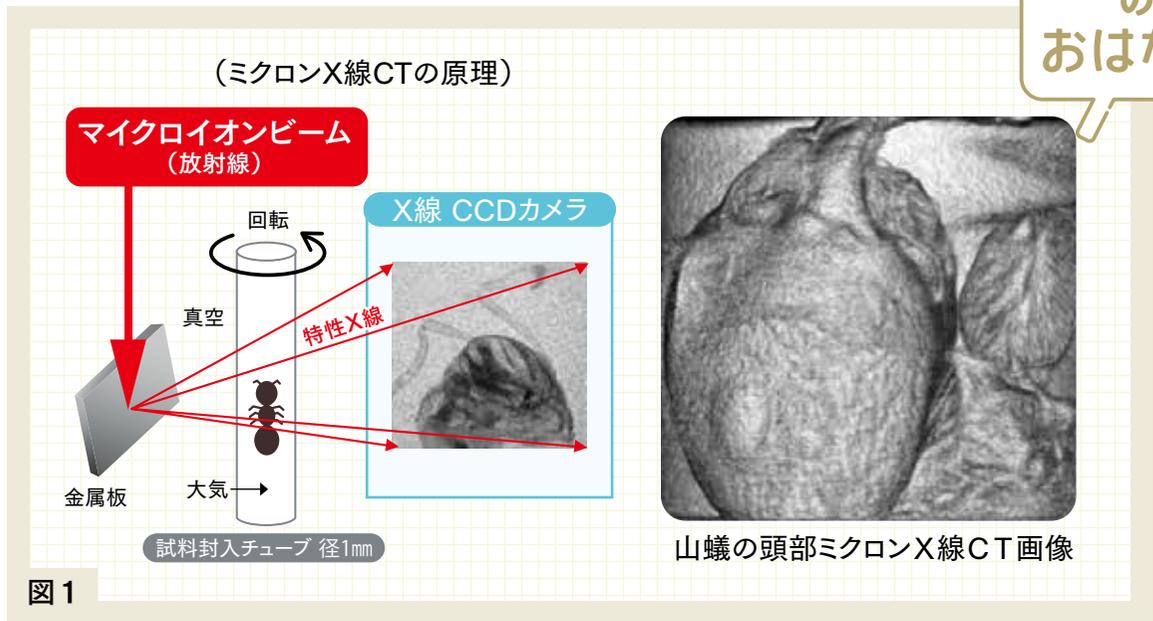


図1

## 放射線を用いて蟻を分析する

東北放射線科学センター 理事 石井 慶造氏



夏の炎天下の庭先に蟻がせつせと働いているのを良く見かける。蟻は我々にとって馴染み深い存在であり、一生懸命働いている姿は我々の心に何かを呼び戻し、愛らしくも感じる。通常の蟻は長さ3mm、幅1mmくらいの大きさだ。1立方mmの小さな頭の動物なのに、蟻の集団は立派な社会生活を営んでいる。単には、食物保管室、子供の養育室など機能的な部屋を設け、協力して食物の確保・子供の養育を行っている。この小さな蟻の頭は一体どのような構造をしているのか、知りたくなる。人体の場合はX線CT、磁気共鳴法(MRI)などの装置で、その内部構造を見ることができるが、細部を見極める能力を表す空間分解能は0.3mm程度であり、1mm程度の大きさの蟻の頭部は、この分解能では見ることができない。蟻の頭部の構造を見るには1µm(マイクロメートル)の1000分の1(ミリ)の空間分解能を持つ装置が必要とされる。このような装置は作れるか? 『ひろば』499号の本コーナーで紹介したPIXE(粒子線

励起X線放出)分析法を利用すると作れる。ここでは、その技術を紹介したい。

◆

PIXEとは、加速器からのイオンビーム(放射線)を金属に照射すると、非常に高い強度でその金属固有のエネルギーを持つX線(特性X線)という。詳細は499号参照)が発生する現象である。イオンビームを金属板に当てると、特性X線が等方的に発生する。図1左に示すように、これを点線源とし金属板からの特性X線を蟻の頭部に当て、その投影拡大画像を撮影し、蟻を回転して360度方向からの投影拡大画像を取得し、画像処理すると、1µmの空間分解能で蟻の頭部の3次元画像が得られる(マイクロX線CT)。被写体(仙台市青葉山に生息する山蟻)は麻醉をかけられ動かないようにされて、1mm径の大気圧のチューブの中に閉じ込められている。

図1右は、表面を強調した山蟻の頭部のマイクロX線CT画像である。頭部の形状が良く分かる。図2は、山蟻の頭部の体